

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/SE05/000249

International filing date: 21 February 2005 (21.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: SE
Number: 0400452-9
Filing date: 23 February 2004 (23.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 08 March 2005 (08.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PRVPATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen**Intyg
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Sandvik AB, Sandviken SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0400452-9
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2004-02-23
Date of filing

Stockholm, 2005-02-28

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Gunilla Larsson

Avgift
Fee

46 26 261089

Ink. t. Patent- och reg.verket

02-23

Huvudkontoret

1

Material för högttemperaturapplikationer

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett enligt processen av denna uppfinning tillverkat produkt av ferritiskt rostfritt stål som uppvisar förhöjd resistens mot

- 5 cyklisk och kontinuerlig termisk belastning och oxidation vid förhöjda temperaturer och som har förbättrade mekaniska egenskaper vid sagda temperaturer samt dess användning i form av tråd, band, folie och/eller rör som i högttemperaturapplikationer såsom i katalytiska avgasreningsapplikationer, i uppvärmnings- och ugnapplikationer.

10

Bakgrund

- 15 Fe-Cr-Al-legeringar har omfattande användning i temperaturområdet över 900°C. Genom den skyddande oxiden på ytan motstår de cyklisk och kontinuerlig termisk belastning och oxidation ända tills materialet är utarmad av oxidbildaren, t.ex. Al. Den för tillverkningen och hela anordningens livslängd begränsande faktorerna är den totala Al-halten och den mekaniska styrkan.

20

Beskrivning av känd teknik

- 25 Metalliska högttemperaturmaterial i exempelvis katalytiska avgasrenare eller för applikationer för resistiv uppvärmning bygger idag normalt sett på tunna band eller tråd av ferritiska Fe-Cr-Al-legeringar med minst 4,5% Al och små mängder reaktiva element tillsatta. Metallens höga duktilitet ger en god tålighet mot mekanisk och termisk utmattnings. Aluminium i halter över ca 4,5 vikt-%, tillsammans med de reaktiva elementen, ger materialet möjligheten att bilda en tunn, skyddande aluminiumoxid vid uppvärmning. Dessutom orsakar de
- 30 reaktiva elementen att oxiden får en betydligt minskad tendens till skalning eller flagnings, dvs att lossna från metallen vid avkylning eller mekanisk deformation. Konventionella Fe-Cr-Al-legeringar har dock en stor nackdel: de är mekaniskt

46 26 261089

Inventör: L. B. och J. G. och J. G.

S. 02-23

2

Huvudinventör: K. K.

- mycket svaga vid hög temperatur, och tenderar därför att deformeras kraftigt även vid små påkänningar på grund av t.ex. acceleration, tryckförändringar, mekaniska stötar eller temperaturväxlingar. Den i EP-B-290 719 beskrivna legeringen som är avsedd för användning i tillverkningen av värmeelement för resitiv uppvärmning av ugnar osv, samt konstruktionsdelar i katalytiska avgasrenare, löser problemet att minska förlängningen av substratmaterialet gentemot det skyddande oxidskiktet som en följd av den kombinerade effekten av Ti- och Zr-tillsats till legeringen.
- 10 Ferritiska stålmaterial med låg kolhalt försprödas också genom korntillväxt vid användning i temperaturer över 800°C. Den låga kolhalten är nödvändig för att erhålla ett optimalt oxidationsmotstånd hos legeringen och för att möjliggöra plastisk kallbearbetning eftersom kolhalter över ca 0,02 vikt-% har en försprödande effekt genom att höja materialets omslagstemperatur. Ämnen som
- 15 används för fast lösningshårdning av högtemperaturmaterial, såsom Mo och/eller W, anses ha en kraftigt negativ inverkan på oxidationsegenskaperna, varför den önskvärda halten av dessa ämnen kan vara begränsad till högst 1% såsom i US 4859649 eller högst 0,10% som i EP 0667400.

20

Sammanfattning

- Det därför ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla en legering av ett ferritiskt rostfritt stål med förhöjd resistens mot cyklisk och kontinuerlig
- 25 termisk belastning och oxidation vid förhöjda temperaturer.
- Det är ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla ett ferritiskt rostfritt stål som har förbättrade mekaniska egenskaper för användning i applikationer med cyklisk och kontinuerlig termisk belastning och oxidation vid förhöjda temperaturer såsom t.ex. bärmaterial i avgasreningsapplikationer,
- 30 såsom katalysatorer.

Det är ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla ett ferritiskt rostfritt stål för användning i uppvärmningsapplikationer och i ugnapplikationer.

- Det är ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla ett
- 5 ferritiskt rostfritt stål i form av tråd, band, folie och/eller rör.

Det är ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla en process för tillverkning av en produkt av sagda legering.

10 Beskrivning av figurena

Figur 1 visar resultat av oxidationsprovningen vid 1000 °C som funktion av massförändringen mot tiden för exemplen D och E samt jämförelseexemplen 1 och 3.

- 15 Figur 2 visar resultat av oxidationsprovningen vid 1100°C som funktion av massförändringen mot tiden för exemplen C, E och G samt jämförelseexemplet 1.

20 Beskrivning av uppfinningen

Dessa syften uppfylls med ett ferritiskt rostfritt stål av följande sammansättning (i vikt-%):

- 25 mindre än 1% Ni,
15-25% Cr,
4,5-12% Al,
0,5-4% Mo,
0,01-1,2% Nb,
0-0,5% Ti,
30 0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,
0-0,2 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till exempel Ce eller La,

46 26 261089

Ink. 1. Patent - och tekniskt

4

0-0,2% C,

0-0,2% N,

med resten järn och normalt förekommande föroreningar.

- 5 Slutprodukten kan tillverkas i form av tråd, band, folie och/eller rör.

Slutprodukten enligt föreliggande uppfinning tillverkas som ett homogent material eller ett skiktmaterial eller ett material med en koncentrationsgradient av Al, där Al-halten tilltar mot sagda produktens yta. Tillverkningen kan således
10 ske genom beläggning av ett substratmaterial resp en substratlegering med Al eller en Al-legering, speciellt genom att belägga band av en substratlegering med tjocklek under 1mm med en Al-legering.

Genom denna tvåstegsprocess kan legeringens mekaniska egenskaper och oxidationsmotstånd förbättras och optimeras oberoende av varandra. Denna
15 process möjliggör också en förenkling av produktionsprocessen då tillverkning via konventionell smältmetallurgi av material med Al-genomsnittshalter över tvärsnittet över 4,5% är förknippat med stora utbytesförluster på grund av sprödhet. Ytterligare en fördel med denna process är att ett slutmaterial kan
20 förbättrat oxidationsmotstånd eftersom bildningen av snabbväxande oxider som krom- och järnoxider förhindras och slutmaterialets mekaniska egenskaper förbättras.

Substratlegeringen kan tillverkas genom konventionell smältmetallurgi eller till exempel pulvermetallurgi med den avsedda sammansättningen, varefter
25 legeringen varm- och kallvalsas till slutlig önskad dimension.

Vid tillverkning genom en belägningsprocess har substratmaterialet före beläggning följande sammansättning (i vikt-%):

- 30 mindre än 1% Ni,
15-27% Cr,
0-5% Al,
0,5-5% Mo,

46 26 261089

In i Föreläsningsmaterialet

1.1-1.2-7.3

In i Föreläsningsmaterialet

5

- 5 0,01-2% Nb,
0-0,5% Ti,
0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,
0-0,2 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till
exempel Ce eller La,
0-0,2% C,
0-0,2% N,
med resten järn och normalt förekommande föroreningar.
- 10 Den lämpligaste sammansättningen på substratmaterialet är följande (i vikt-%):
mindre än 1% Ni,
16-25% Cr,
0,5-4% Al,
0,7-4% Mo,
15 0,25-1,0% Nb,
0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,
0-0,5% Ti,
0-0,1 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till
exempel Ce eller La,
20 0,02-0,2% C,
0-0,05% N,
med resten järn och normalt förekommande föroreningar.

- 25 Materialet kan användas i belagt tillstånd eller efter en diffusionsglödning. De
mest gynnsamma sammansättningarna för substratmaterialet före beläggning
erhålls om den innehåller 2-4% Al. Detta aluminiuminnehåll ger slutprodukten
ett förhöjd oxidationsmotstånd och leder till en förenklad produktionsprocess,
dvs att risken för produktionsstörningar jämfört med tillverkning av ett material
med aluminiumhalt över 4% minskas avsevärd. Efter beläggning med Al-
30 legering skall materialet totalt sett innehålla en Al-halt som är högre än 4,5 vikt-
%.

46 26 261089

Föreliggande uppgift

1997-07-23

11.11.1997

6

- Mekanisk stabilitet och motstånd mot korn tillväxt ges genom närvaron av utskiljningar av karbider och/eller nitrider av något eller några av elementen Ti, Nb, Zr, Hf. Ökad hållfasthet vid höga temperaturer, dvs temperaturer över ca 800°C ges också genom närvaro av Mo och/eller W i fast lösning. I legeringen enligt föreliggande uppfinning kan Mo helt eller delvis ersättas av W med bibehållen effekt för legeringen.
- Tillsats av Zr och/eller Hf och REM och/eller Y och/eller Sc ger ett ökat motstånd mot skalning och flagnings av den bildade oxiden. Slutprodukternas innehåll av dessa element kan tillföras genom tillsats av dem i substratlegeringen och/eller i den Al-legering som används vid beläggningen. Legeringen enligt föreliggande uppfinning skall innehålla sammanlagt minst 0,1 vikt-% av Ti+Nb+Zr+Hf.
- De flesta sammansättningar hos legeringen enligt uppfinningen kan tillverkas genom konventionell metallurgi. Genom tvåstegsprocessen enligt föreliggande uppfinning erhålls dock ett material vars mikrostruktur är kontrollerad, vars oxidationsegenskaper är förbättrade, vars mekaniska egenskaper är optimerade och förbättrade samt vars maximala aluminiuminnehåll ej begränsas av den försprödande effekt som Al-halter över ca 5 vikt-% normalt kan ge, både vid kall- och varmbearbetning. Dessutom ger processen att belägga ett substratmaterial med en Al-legering en färdig produkt vars innehåll av t.ex. Mo, Nb och C kan vara betydligt högre än i ett konventionellt tillverkat material utan att närvaron av dessa element leder till någon märkbar försämring av oxidationsegenskaperna.
- Beläggning av substratlegeringen med Al-legering kan ske genom tidigare kända processer som till exempel dopning i smälta, elektrolytisk beläggning, ihopvalsning av band av substratlegeringen och aluminiumlegeringen, deponering av fast Al-legering från en gasfas genom så kallad CVD eller PVD-teknik. Beläggningen med Al-legering kan ske efter att substratlegeringen valsats ned till önskad färdigtjocklek för produkten, eller i större tjocklek. I det senare fallet kan en diffusionsglödning genomföras för att åstadkomma en

46 26 261089

Patentförvaltningsmyndigheten

S-2003-009

Dokumentnr: S-2003-009

7

homogenisering av materialet varefter valsning i ett eller flera steg utförs för att åstadkomma den färdiga produkten. Valsning kan också ske direkt på en belagd produkt enligt föreliggande uppfinning med större tjocklek än den önskade färdigtjockleken. I detta fall kan valsningen följas av glödning.

5

Tjockleken av det belagda Al-skiktet kan varieras beroende på tjockleken på substratmaterialet, den önskade aluminiumhalten i slutprodukten och aluminiumhalten i substratmaterialet. Dock måste den totala Al-halten i den färdiga produkten, som nämnts ovan, alltid vara minst 4,5 vikt-%. Produkten kan användas i form av ett glödgat, homogent material eller ett skiktmaterial eller ett material med en koncentrationsgradient av Al där Al-halten är högre vid ytan än i centrum av materialet. För ett material med koncentrationsgradient kan en lägre totalhalt resp genomsnittshalt ned till 4,0 vikt-% tillåtas om halten aluminium på ett avstånd av maximalt 5µm från ytan är mer än 6,0 vikt-%.

15

Exempel på användbara aluminiumlegeringar är rent Al, Al legerad med 0,5-25 vikt-% Si, Al legerad med 0-2 vikt-% av en eller flera av elementen Ce, La, Y, Zr, Hf. Beroende på den beläggningsprocess som används är olika sammansättningar hos Al-legeringen mer lämpliga än andra. Sålunda är det, vid beläggning från smälta önskvärt att smältpunkten är låg och att ett homogent material eller en eutektisk blandning deponeras. Vid beläggning genom påvalsning krävs att materialet är duktilt och har liknande mekaniska egenskaper som substratet så att beläggning och substrat deformeras på liknande sätt.

25

Exempel 1

Tabell 1 visar på sammansättningar på undersökta legeringar. Exempel C och jämförelseexempel 1 framställdes på konventionell väg genom smältmetallurgi och varmbearbetning. Av jämförelseexempel 1 tillverkades även 50 µm tjocka band via varmvalsning och kallvalsning. Jämförelseexempel 1 är en legering

30

som idag används som bärmaterial i katalytiska avgasrenare. Detta material har tillräckligt oxidationsmotstånd för denna användning. Däremot är dess mekaniska styrka låg och anses vara den begränsande faktorn för hela anordningens livslängd.

5

Den mycket låga duktiliteten vid rumstemperatur (2% brottförlängning) hos legeringen enligt exempel C gör att denna legering svårt kan tillverkas i form av tunna band. Däremot har denna legering som syns i tabell 1 en mycket god varmhållfasthet, så är till exempel brottgränsen vid både 700° och 10 900°C ca 100% högre än för jämförelseexempel 1. Oxidationsmotståndet för exempel C och jämförelseexempel 1 vid 1100°C visas i figur 2. Oxidationshastigheten för exempel C är 5% högre än för jämförelseexempel 1, vilket innebär att materialen kan anses som likvärdiga vad gäller oxidationsmotstånd.

15

Exempel 2

Tabell 1 visar på sammansättningar på undersökta legeringar. Exempel A och B 20 och jämförelseexempel 1 och 2 framställdes på konventionell väg genom smältmetallurgi och varmbearbetning. Därefter tillverkades även 50 µm tjocka band av samtliga legeringar via varmvalsning och kallvalsning. Legeringarna enligt exempel A och B är samtliga tillräckligt duktila vid rumstemperatur för att kunna kallvalsas till mycket tunna band med god produktivitet.

25

Exempel D och E och jämförelseexempel 3 svarar mot kallvalsade band av legering enligt exempel B och C respektive jämförelseexempel 2 som belades genom förångning eller sputtring med Al på båda sidorna i sådan mängd att den totala halten Al svarade mot 5,5-6% (se tabell 3).

30

46 26 261089

9

Tabell 3

Exempel	Substrat legering	Tjocklek före beläggning [µm]	Belagd tjocklek av belagd Al- legering [µm]	Önskad total halt av Al [%]	Uppmätt beläggnings tjocklek [µm]
D	A	50	5	6%	
E	B	50	4	6%	4,1
Jämförelse exempel 3	Jfr exempel 2	50	5	6%	4,7

Den erhållna tjockleken av Al uppmättes med GDOES (glow discharge optical emission spectroscopy), en metod som tillåter noggrann uppmätning av sammansättningar och tjocklekar hos tunna ytskikt. Analyserna visade att en totalhalt av Al på 5-6% hade uppnåtts. Dessa prover oxiderades i luft vid 1000°C i upp till 620h, vilket visas i figur 1. Legeringarna enligt exempel D och E är överlägsna legeringen enligt jämförelseexempel 3, medan den konventionellt framställda Fe-Cr-Al-legeringen i jämförelseexempel 1 har ett signifikant bättre oxidationsmotstånd än exempel D och E av legeringen enligt uppfinningen.

Exempel 3

Exempel F och G och jämförelseexempel 4 uppvisar samma sammansättning som legeringarna enligt exempel D och E och jämförelseexempel 3 som glödgats vid 1050°C i 10 min i syfte att åstadkomma en utjämning av Al-halten i materialet. Duktiliteten hos materialet bedömdes genom ett bockningsprov där den minsta bockningsradie som materialet kunde bockas till utan brott bestämdes, se tabell 4.

25

46 26 261089

10

Tabell 4

Exempel	Sammansättning	Diffusions- glödning i H ₂ [min/1050°C]	Minsta böcknings- radie utan brott [mm]	Resultat av dragprovning vid 900°C [Rm/MPa]
F	Samma som exempel D	10	0,5	46
G	Samma som exempel E	10	0,38	81
Jämförelse- exempel 4	Samma som jämförelse-exempel 3	10	2,5	kunde ej mätas p.g.a. sprödhet

- 5 Den snävaste radie som materialet provades vid var 0,38 mm. Legeringarna enligt uppfinningen har en duktilitet som är överlägsen jämförelseexempel 4. Legeringen enligt jämförelseexempel 4 visade sig vara så spröd att denna legering får anses som mindre lämpad för användning i katalytiska avgasrenare. Legeringen enligt exempel G har en brottgräns vid 900°C som är
- 10 lika god som det konventionellt tillverkade materialet enligt uppfinningen, exempel C, och dubbelt så hög som den konventionellt tillverkade Fe-Cr-Al-legeringen i jämförelseexempel 1. Detta innebär att, under förutsättning att oxidationsmotståndet är tillräckligt, kan denna legering användas i en tjocklek som är hälften av ett konventionellt materials tjocklek, och därigenom
- 15 möjliggöra en effektivitetsökning och en minskning av materialkostnaden för katalysatortillverkning.

- Legeringen enligt exempel G oxidationsprovades vid 1100°C tillsammans med legeringen enligt exempel C och E samt jämförelseexempel 1, vilket visas i figur
- 20 2. Ett förbättrat oxidationsmotstånd erhålls med legeringen enligt exempel G, både i jämförelse med samma material utan diffusionsglödning (exempel E) och med konventionellt framställda legeringar. Speciellt intressant är jämförelsen mellan exempel G och exempel C eftersom dessa svarar mot legeringar med mycket lika sammansättning men olika produktionssätt:

46 26 261089

11

legeringen enligt exempel G är tillverkad genom kallvalsning till önskad tjocklek, följt av Al-beläggning och glödgning medan exempel C har tillverkats med önskat Al-innehåll i legeringen från början. Utöver de förbättrade produktionsegenskaperna hos ett material som tillverkats på det sätt som

5 exempel G gjort har denna legering dessutom ett bättre oxidationsmotstånd än exempel C. Det relativt sett lägre oxidationsmotståndet som exempel C uppvisar jämfört med jämförelseexempel 1 kan förklaras med en negativ effekt på oxidationsmotståndet på grund av närvaron av Mo och Nb i legeringen enligt exempel C. Det är känt att dessa element kan försämma oxidationsmotståndet

10 hos en legering. I exempel G är dessa negativa effekter frånvarande, vilket kan tolkas som en positivt resultat av att exempel G tillverkats genom Al-beläggning. Denna tillverkningsmetod är sålunda gynnsam vad gäller legeringens oxidationsmotstånd.

15

Sammanfattningsvis kan konstateras att genom den kombinerade effekten av höga halter av Mo och Nb ger en avsevärd förbättring av hållfastheten jämfört med det material som används idag samt att genom användning av den beskrivna processen kan detta material ges det oxidationsmotstånd som krävs

20 vid användning vid höga temperaturer av material i klena dimensioner och de ovan nämnda produktformerna.

Den enligt processen av denna uppfinning tillverkade produkten av ferritiskt rostfritt stål uppvisar förhöjd resistens mot cyklisk och kontinuerlig termisk belastning och oxidation vid förhöjda temperaturer och har förbättrade

25 mekaniska egenskaper vid sagda temperaturer vilket gör den lämplig för användning i högttemperaturapplikationer såsom i katalytiska avgasreningsapplikationer och i uppvärmnings- och ugnapplikationer i form av tråd, band, folie och/eller rör.

30

Patentkrav

1. Ferritisk stållegering med följande sammansättning (i vikt-%):
 - 5 mindre än 1% Ni,
15-25% Cr,
4,5-12% Al,
0,5-4% Mo,
0,01-1,2% Nb,
10 0-0,5% Ti,
0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,
0-0,2 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till
exempel Ce eller La,
0-0,2% C,
15 0-0,2% N,
med resten järn och normalt förekommande föroreningar.
2. Ferritisk stållegering enligt krav 1 där Mo helt eller delvis ersätts med W.
- 20 3. Produkt, tillverkad av en ferritisk legering enligt kraven 1 och 2.
4. Produkt, tillverkad av en ferritisk legering enligt kraven 1 till 3 genom beläggning av en substratlegering med Al eller en Al-
 - 25 legering, varvid substratlegeringen har följande sammansättning
(i vikt-%):
mindre än 1% Ni,
15-27% Cr,
0-5% Al,
30 0,5-5% Mo,
0,01-2% Nb,
0-0,5% Ti,

46 26 261089

13

0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,

0-0,2 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till exempel Ce eller La,

0-0,2% C,

0-0,2% N,

med resten järn och normalt förekommande föroreningar.

5

5. Produkt tillverkad av en ferritisk stållegering enligt något av kraven 1 och 2 i form av tråd, band, folie och/eller rör för användning i högttemperaturapplikationer.

10

6. Produkt tillverkad av en ferritisk stållegering enligt något av kraven 1 och 2 genom processen enligt krav 4.

15

7. Användning av en ferritisk stållegering krav 1 till 6 som bärarmaterial i katalytiska avgasreningsapplikationer.

8. Användning av en ferritisk stållegering enligt krav 1 till 6 i uppvärmnings- och ugnapplikationer.

20

25

30

Sammandrag

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett enligt processen av denna uppfinning tillverkat produkt av ferritiskt rostfritt stål som uppvisar förhöjd resistens mot

5 cyklisk och kontinuerlig termisk belastning och oxidation vid förhöjda temperaturer och som har förbättrade mekaniska egenskaper vid sagda temperaturer samt dess användning i form av tråd, band, folie och/eller rör i högtemperaturapplikationer såsom i katalytiska avgasreningsapplikationer, i uppvärmnings- och ugnapplikationer och som har följande sammansättning

10 (i vikt-%):

mindre än 1% Ni,
15-25% Cr,
4,5-12% Al,
15 0,5-4% Mo,
0,01-1,2% Nb,
0-0,5% Ti,
0-0,5% Y, Sc, Zr och/eller Hf,
0-0,2 % av en eller flera sällsynta jordartsmetaller (REM) som till
20 exempel Ce eller La,
0-0,2% C,
0-0,2% N,
med resten järn och normalt förekommande föroreningar.

25

46 26 261089

15

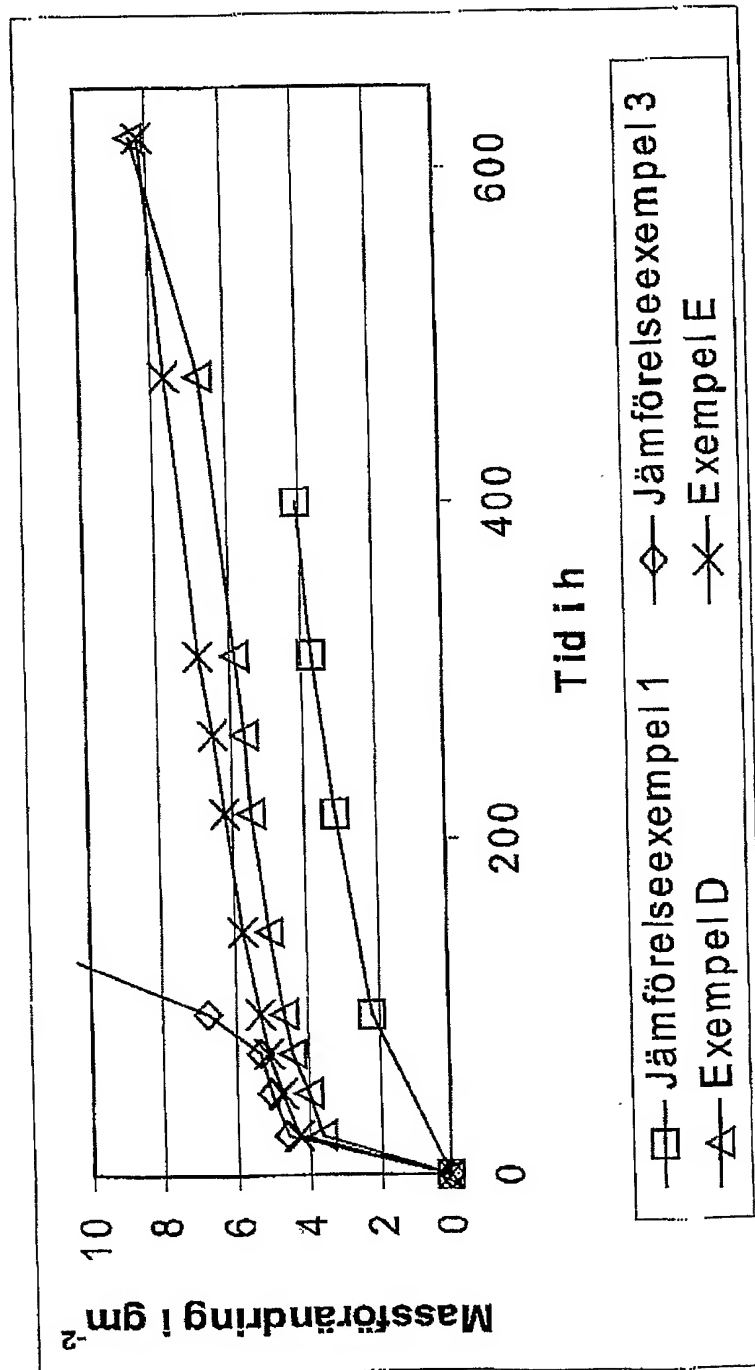
Tabell 1

Exempel	C	N	Ni	Al	Cr	Nb	Mo	Zr	REM	Ti	Si	Mn
A	0,007	0,074	0,10	<0,01	22,23	0,73	1,05	0,065		0,036	0,10	0,13
B	0,097	0,032	0,08	0,83	22,11	0,77	2,02	0,002	0,009	0,12	0,11	0,11
C	0,099	0,043	0,08	4,9	21,87	0,79	2,00	0,002	0,11	0,12	0,11	0,12
Jämförelse exempel 1	0,01	0,01	0,3	5,3	20	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,3	0,3
Jämförelse exempel 2	0,100	0,034	3,12	<0,01	22,28	0,74	2,04	<0,01		0,049	0,12	0,12

Tabell 2

Exempel	Rumstemperatur			700°C			900° C		
	Rp0,2	Rm	A5	Rp0,2	Rm	A5	Rp0,2	Rm	A5
A	359	470	26	150	165	29	40	59	67
B	442	561	22	145	172	58	51	73	80
C	514	579	2	234	267	46	48	84	110
Jämförelseexempel 1	480	670	25	50	140	90	20	40	150
Jämförelseexempel 2	555	614	9	148	168	56	42	67	91

Figur 1



46 26 261089

2 / 2

Figur 2

